

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-123656

(43)公開日 平成6年(1994)5月6日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 J 5/48
5/02

識別記号 庁内整理番号

E 7204-2G
K 7204-2G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-299360

(22)出願日 平成4年(1992)10月12日

(71)出願人 000219576

東海カーボン株式会社
東京都港区北青山1丁目2番3号

(72)発明者 松下 明日佳

静岡県駿東郡小山町須走394-5

(72)発明者 立山 正治

静岡県駿東郡小山町須走394-5

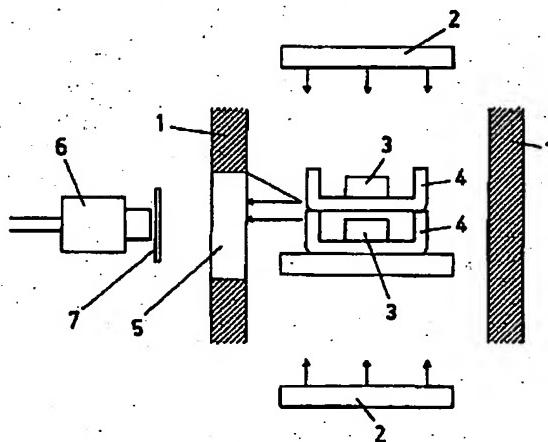
(74)代理人 弁理士 高畠 正也

(54)【発明の名称】トンネル炉の非接触測温方法

(57)【要約】

【目的】炉内を移動する被焼成物の温度状態を輝度および熱画像として検知することにより、その温度や温度分布を精度よく測定するトンネル炉の非接触測温方法を提供する。

【構成】被焼成物3を搬送する鞘4の側壁部分に黒体加工を施し、この鞘4の側壁部分に相当するトンネル炉の炉壁1に形成したスリット5からCCDカメラ6により輝度を検知し、測定点に入射する炉内反射光の影響を補正除去して温度変換することにより焼成物の温度を測定し、前記スリットから得られる短冊状の温度画像を鞘の移動速度に合わせて合成することによりITVモニターに焼成物の全体像として現出し、焼成物の温度分布を測定することを特徴とする。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被焼成物を搬送する鞘の側壁部分に黒体加工を施し、該鞘の側壁部分に相当するトンネル炉の炉壁に形成したスリットからCCDカメラにより輝度を検知し、測定点に入射する炉内反射光の影響を補正除去して温度変換することにより焼成物の温度を測定し、前記スリットから得られる短冊状の温度画像を鞘の移動速度に合わせて合成することによりITVモニターに焼成物の全体像として現出し、焼成物の温度分布を測定することを特徴とするトンネル炉の非接触測温方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、トンネル炉内を移動する被測定物の温度および温度分布を非接触状態で精度よく測定することができるトンネル炉の非接触測温方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 トンネル炉を用いて焼成処理をおこなう場合には、通常、被焼成物を鞘と呼ばれる焼成用皿に載置し、この鞘を複数段に積み重ねた状態でトンネル炉内を緩徐に搬送させながら加熱する方法が採られる。各トンネル炉には入口から出口までの温度分布を示すヒートパターンがあり、焼成物の品質は操業時にこの加熱プログラムにどれだけ近付けることができるかに大きく左右される。また、鞘の上段から下段までの間には炉内温度に差がつき易いため、焼成品質に変動を招くことが多い。

【0003】 これら不都合な要因を制御するためには、炉内の搬送速度と発熱体の温度設定をそれぞれ適切に調整する必要があるが、焼成物は長い密閉状のトンネル炉内を移動しているため、その温度を直接的に測定することができない。このようなことから、従来は炉壁を貫通するように挿着した熱電対によって測定した炉内雰囲気温度と炉出し後における焼成物の温度などを基に、長年の経験から最適と思われるヒートパターンを推測的に設定していた。しかしながら、近時、例えば半導体基板のような精密部品を焼成処理する目的にトンネル炉を用いるケースが増えるに伴い、熱電対によって間接的に測定された炉内雰囲気温度に基づいてヒートパターンを推定する方法では十分な信頼性と安定した焼成特性を得ることができなくなってきた。

【0004】 これに代わる非接触型の炉内測温方式として放射温度計やCCDカメラによる方法もあるが、測温時に様々な迷光が入射してデータ誤差を与えるため、そのままで精度のよい測温を期待することは不可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこのような実情に鑑みて開発されたもので、その目的は、炉壁に設けたスリットを介して移動する被焼成物の温度状態を輝度

および熱画像として捉えることによりその物の温度や温度分布を精度よく測定し、よって炉操業における条件制御化の信頼性を向上させることができるトンネル炉の非接触測温方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するための本発明によるトンネル炉の非接触測温方法は、被焼成物を搬送する鞘の側壁部分に黒体加工を施し、該鞘の側壁部分に相当するトンネル炉の炉壁に形成したスリットからCCDカメラにより輝度を検知し、測定点に入射する炉内反射光の影響を補正除去して温度変換することにより焼成物の温度を測定し、前記スリットから得られる短冊状の温度画像を鞘の移動速度に合わせて合成することによりITVモニターに焼成物の全体像として現出し、焼成物の温度分布を測定することを構成上の特徴とする。

【0007】

【作用】 本発明による非接触測温方法は、CCDカメラを用いて被焼成物を搬送するための鞘の輝度から反射光の影響を除去して焼成物の温度に変換し、同時に断片的に得られる熱画像を合成して温度分布を検知する点に特徴付けられる。一般にトンネル炉内の状態を知るためにには、温度変動を避けるために可及的に小さな孔を開けて覗く必要があるが、焼成温度が高い場合には放射光が強烈なために肉眼で内部を観察することは殆ど不可能である。本発明によれば、炉壁に形成した幅の狭いスリットの外面にCCDカメラが設置され、このCCDカメラにより移動する鞘の輝度と熱画像が連続的に捕捉検知される。

【0008】 烧成物の測温は、鞘の側壁部分に予め形成した黒体加工点のCCD輝度から得た温度データを基にして他の反射光の影響を補正することによりおこなわれ、焼成物の形状や温度分布は、スリットを介して得られる熱画像を搬送速度に合わせて合成し、全体像として現出する方法で測定される。この際の全体像はITVにより疑似カラー表示ができるため、炉の外壁を外して直接観察していると同等に再現させることができる。

【0009】 したがって、トンネル炉の長さ方向に複数箇所に亘って本発明の測温機構を設置することにより、焼成物の正確な測温が可能となるうえ、得られた温度データから信頼性の高い炉内のヒートパターンを作成することができる。

【0010】

【実施例】 以下、本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【0011】 図1は本発明によるトンネル炉の非接触測温方法の実施状態を示した断面略図で、1はトンネル炉の炉壁、2は炉内の上下位置に設置された発熱体、4は被焼成物3を載置して炉内を搬送する2段重ね構造の鞘、5は鞘4の側壁部分に相当するトンネル炉の炉壁に

3

形成されたスリット、そして6は減光フィルター7を介して前記スリット5の前面炉外にセットされたCCDカメラである。CCDカメラ6に接続する画像装置のメモリーには、基準とする黒体炉温度とその反射光から得ら*

$$P(T) = \epsilon P(T_s) + (1 - \epsilon) P(T_w) \quad \dots (1)$$

但し、 $P(T)$ はTKにおける黒体の放射エネルギー、 ϵ は鞘の放射率、Tは鞘の温度(見掛け上の温度)、 T_s は鞘の真温度、 T_w は測定点に入射する外光を一点に代表させた温度である。

【0013】CCDカメラ6は、完全黒体を測定対象とした場合にはその温度が正確な測定値となるが、被焼成物は完全黒体ではないため様々な反射光の影響を受ける。反射光には、図1の矢印で示されるような発熱体からの直接光、その壁面反射光、測定点以外の鞘部分からの反射光(最も大きな迷光原因)など複雑な要素の迷光が含まれる。しかし、前述したように黒体についてはCCD輝度から正確な温度が得られるから、測定部分を黒体と同じにすれば輝度からの測温が可能となる。本発明では、この際の温度データを基に他の反射光の影響を除去する補正をおこなう。

4

れるCCD輝度データを対応させて製作した輝度-温度変換機構が組み込まれている。

【0012】図1のような加熱状態では、鞘上的一点において次の(1)式が成立立つ。

$$\epsilon P(T_w) \quad \dots (1)$$

※【0014】すなわち、図2のように鞘4の側壁部分(A点を含む斜線部分)に予め黒体加工を施す。黒体加工は、例えば炭化珪素を塗布形成するような手段でおこなう。炭化珪素の放射率は0.8~0.9であるため完全黒体とは言えないが、この放射率差から生じる誤差は許容範囲であるため問題はない。操業時、鞘4は緩徐な速度で炉内を移動(左方向)する。この過程でCCDカメラは鞘間の壁部分W、鞘側壁の黒体加工点A、鞘の黒体加工点以外の側壁B、Cの各輝度を順次に検知する。

黒体加工点Aにおいては輝度から正確な温度が得られるが、黒体加工が施されていないB、C点では多様な迷光の影響を含めた輝度データとなる。

【0015】上記した(1)式において、W、A、B各点の輝度データをそれぞれ T_w 、 T_A および T_B とすれば、

*20 鞘の放射率(ϵ)は次の(2)式によって求まる。

$$\epsilon = \frac{P(T_B) - P(T_w)}{P(T_A) - P(T_w)} \quad \dots (2)$$

$$P(T_C) - (1 - \epsilon) P(T_w)$$

$$P(T_{CS}) = \frac{P(T_C) - (1 - \epsilon) P(T_w)}{\epsilon} \quad \dots (3)$$

【0016】鞘4が通過すると、それまでの計算操作は初期化され、次の鞘が搬送されると再び同一の計算が繰り返される。このようにして鞘ごとの補正計算が復される結果、搬送速度や発熱体温度の設定変動に伴う最新の外光影響をリアルタイムで補正することが可能となる。

【0017】一方、CCDカメラ6で捉えた温度画像は、スリット幅に沿った短冊状のものであるが、鞘4の移動速度に合わせて画像を繋ぎ合わせることによりITVモニターに焼成物の全体像として現出させることができる。図3は、鞘画像の合成例を示した模式図である。まず、トンネル炉8の内部を搬送する鞘4の側壁をCCDカメラに映し、スリット幅に相当する最初の画像9を得る。この場合の取り込み画像領域は、スリット端の乱光を避けるためにスリット幅よりも狭い範囲を指定する。鞘4の移動により次のスリット幅の画像が完全に現れたら、その画像を取り込む。このようにして各画像を合成することにより焼成物の全体像をITVモニターに映し出すことができ、これを繰り返すことで炉内の状態を系外に再現することができる。したがって、焼成物の形状および温度分布の連続的なチェックが可能となる。

【0018】各点の放射はCCDカメラで電圧に変換さ

れ、画像装置に取り込まれて8ビットのデジタル値としたのち、輝度-温度変換式により温度データとなる。この演算操作は、次のような順序で図2のW、A、Bの各点でおこなう。

①測定位置に壁があるときに、その1点の輝度を取ってW点の温度を得る。この際、壁のサンプリング位置は迷光が代表できるような位置を予め実験によって定めておく。

②鞘が搬送され、A点の位置でその温度を算出する。

③B点に至ったところで、その温度を算出する。この時点でW、A、B各点の温度が得られるので、これら温度データを放射エネルギーとして(2)式に代入して鞘の放射率(ϵ)を得る。

【0019】④これより計測が開始される。前記①~③で得られたデータのうち $P(T_w)$ および ϵ は同一鞘上において有効であるから定数と見做せる。したがって、(3)式は下記(4)式に変形される。

$$P(T_{CS}) = f[P(T_c)] \quad \dots (4)$$

B点以降、右側のC点ほか各点の見掛け温度が指定時間ごとに取り込まれ、(4)式に代入して補正後の温度として得られる。この温度データは画像装置からコンピューターに転送され、時間-温度のプロットグラフ、または

5

カメラ位置（回路）－温度のヒートパターンとして表示される。後者の場合には、同時に目的とするヒートパターンとのずれを検知し、ヒーターの制御、搬送速度の調整をおこなう。

⑤鞘の全体が通過し壁が見えた時点で、再度①の段階に戻る。①から③までの間は計測ができないため、①に戻る時点での温度データを表示することとする。

【0020】図4は、本発明を用いてトンネル炉の連続操業をおこなう場合の構成図を示したものである。トンネル炉8の側壁に複数個のスリットを穿設し、各スリットの前面にCCDカメラ6をセットする。各CCDカメラ6は画像処理装置10に接続しており、画像処理装置10はITVモニター11およびコンピューター(CRT)と連結している。操業時、画像処理装置10で検知して画像を基に合成した画像情報をITVモニター11に現出し、輝度として得られたデータは温度に変換される。同時に画像処理装置10の信号は発熱体制御装置13および移送制御装置14に入り、炉内の処理条件が調整される。この機構において、設定条件の異常時には警報を発するように設計しておくと、オペレーターは不良焼成のチェックやヒートパターンの検討をおこなうことができる。

【0021】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によればスリットを介してCCDカメラで炉内を移動する鞘の輝度および熱画像を捉えることにより非接触状態でトンネル炉内の温度状況を精度よく検知することができ、炉操作条件の信頼性を著しく向上させることができるとなる。そのう

6

え、熱画像表示により焼成物の微妙な温度分布をビジュアルに再現できるため、異常を即座に判定することもできる。したがって、トンネル炉を用いて精密部材の焼成処理をおこなう目的に対して極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるトンネル炉の非接触測温状態を示した断面略図である。

【図2】黒体加工を施した鞘の斜視説明図である。

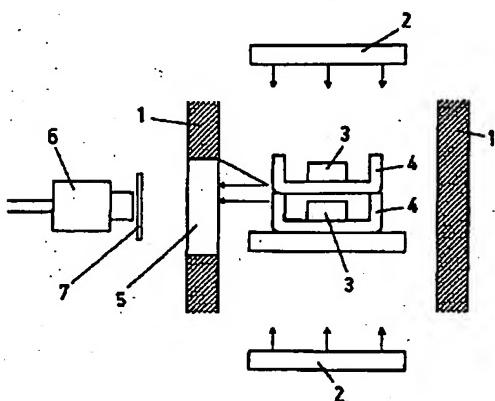
【図3】鞘画像の合成例を示した模式図である。

【図4】本発明を用いてトンネル炉の連続操業をおこなう場合の構成図である。

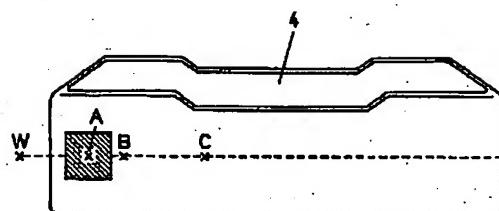
【符号の説明】

- | | |
|----|----------|
| 1 | トンネル炉の炉壁 |
| 2 | 発熱体 |
| 3 | 被焼成物 |
| 4 | 鞘 |
| 5 | スリット |
| 6 | CCDカメラ |
| 7 | 減光フィルター |
| 8 | トンネル炉 |
| 9 | 画像 |
| 10 | 画像処理装置 |
| 11 | ITVモニター |
| 12 | コンピューター |
| 13 | 発熱体制御装置 |
| 14 | 移送制御装置 |

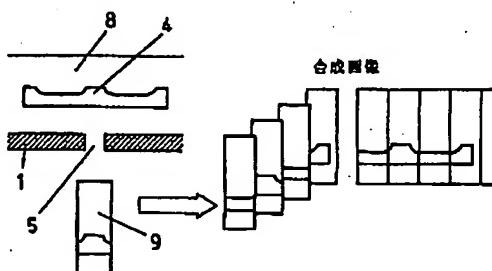
【図1】



【図2】



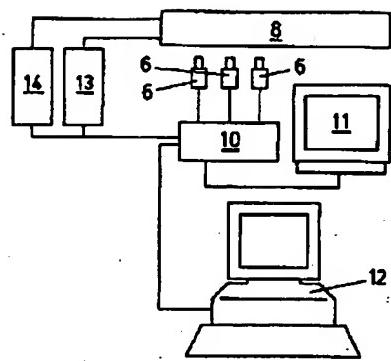
【図3】



(5)

特開平6-123656

【図4】



Japan Patent Office (JP)

Public Report of Opening of the Patent

LS # 365

Opening No. of patent: No. H 6-123656

Date of Opening: May 6, 1994

Int.Cl.	Distinguishing mark	Adjustment No. on office
G 01 J 5/48	E	7204-2G
5/02	K	7204-2G

Request for examination: not requested

Number of items requested: 1

Application of the patent: No. H 4-299360

Date of application: Oct. 12, 1992

Inventor: Asuka Matsushita

394-5, Suso, Koyama-cho, Shunto-gun, Shizuoka, Japan

Inventor: Masaharu Tateyama

394-5, Suso, Koyama-cho, Shunto-gun, Shizuoka, Japan

Applicant: Tokai Carbon K.K.

2-3, 1-chome, Kita-Aoyama, Minato-ku, Tokyo, Japan

Assigned representative: Masaya Takahata, patent attorney

Detailed Report

(Name of invention)

non-contact temperature measuring method for a tunnel furnace

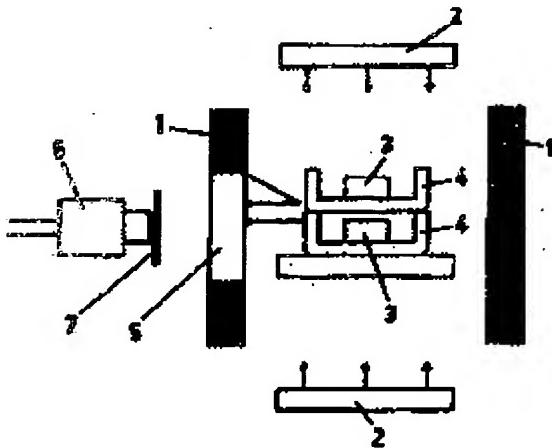
Abstract

(Object)

This invention offers a non-contact temperature measuring method for a tunnel furnace which measures temperature or temperature distribution accurately by detecting the temperature condition of a sintered product which moves inside the furnace as brightness and a thermal picture image.

(Constitution)

Black body treatment is administered to the side walls of a case 4 which transports the sintered product 3. Brightness is detected by a CCD camera 6 through a slit 5 formed in the furnace wall 1 of the tunnel furnace which is equivalent to the side walls of this case 4. The temperature of the sintered product is measured by correcting and removing the influence of reflected light inside the furnace and transforming this information into a temperature value. The oblong temperature picture image acquired from the slit is synthesized in accordance with the speed of the case, and it appears on the ITV monitor as the total image of the sintered product. Accordingly, the temperature distribution of the sintered product is measured.



Sphere of patent request

(Claim 1)

Claim 1 is concerning a non-contact method of measuring the temperature in a tunnel furnace which has the following steps: Black body treatment is administered to the side walls of the case which transports sintered product. Brightness is detected by a CCD camera through a slit formed in the wall of the tunnel furnace which is equivalent to the side walls of this case. The temperature of the sintered product is measured by correcting and removing the influence of reflected light inside the furnace and transforming this

information to a temperature value. The oblong image of the temperature acquired through the slit is synthesized in accordance with the speed of the case, and it appears on the ITV monitor as the total image of the sintered product. Accordingly, the temperature distribution of the sintered product is measured.

Detailed explanation of invention

[0001]

(Field of industrial use)

This invention is concerning a non-contact method of measuring temperature in a tunnel furnace which determines temperature or temperature distribution accurately by detecting the temperature of a sintered product which moves inside the furnace as brightness and a thermal picture image.

[0002]

(Prior art)

Sintering in a tunnel furnace is normally done as follows. That is, product to be sintered is placed on a plate for sintering which is called a case, and this case is heated as it is gradually transported through a tunnel furnace in a laminated condition. Each tunnel furnace has temperature gradients from the entrance to the exit. The quality of the sintered product largely depends on how closely the process follows the designed heating program. In addition, temperature differences between the upper portion and lower portion of the case are prone to occur. The quality of sintered products is not stable.

[0003] In order to control these factors, it is necessary to adjust both the transport speed inside the furnace and the temperature appropriately. However, as sintered product moves inside the long, sealed tunnel furnace, its temperature cannot be measured directly. In the past, the heating pattern was determined by experience based on the temperature of a thermocouple inserted in the furnace wall and the temperature of the sintered product after it is taken out from the furnace. However, recent applications for furnace sintering of precise parts such as semiconductor substrates requires a more accurate method in order to acquire reliability and stable sintering.

[0004] Non-contact methods of measuring temperature inside the furnace in place of the above method include methods which use radiation temperature or CCD cameras. However, it is not possible to expect temperature measuring with accuracy without additional considerations.

[0005]

(Problem that this invention tries to solve)

This invention has been developed considering the current situation. The object of this invention is to offer a non-contact temperature measuring method for a tunnel furnace which measures temperature or temperature distribution with accuracy. The temperature of the sintered product moving through the furnace is measured through a slit. The brightness of a thermo picture image is related to the temperature. Accordingly, the reliability of the temperature control of the furnace can be improved.

[0006]

(Steps for solution)

In order to attain the above object, the non-contact temperature measuring method for a tunnel furnace in this invention has the following steps: Black body treatment is administered to the side walls of the case which transports the sintered product. Brightness is detected by a CCD camera through a slit in the furnace wall which is equivalent to the side wall of the case. The temperature of sintered product is measured, namely by correcting and removing the influence of reflected lights inside the furnace and transforming the brightness to a temperature value. The oblong temperature picture image synthesized from the slit is synthesized based on the speed of the case, and it appears as an image on the TV monitor as the total image of the sintered product. Accordingly, the temperature distribution of the sintered product is measured.

[0007]

(Function)

In the non-contact temperature measuring method for a tunnel furnace in this invention, the influence of reflected light is removed by the brightness of the case for transporting the object using a CCD camera, and it is converted into the temperature of the sintered object. At the same time, the thermo picture image acquired in pieces is synthesized and is characterized to the point which determines the temperature distribution. In general, in order to know the conditions inside the furnace, it is necessary to look through a hole as small as possible to avoid changing the temperature. However, when sintering temperature is high, since radiation is strong, it is almost impossible to look inside using the naked eye. According to this invention, a CCD camera is arranged at the external surface of a narrow slit in the wall of the furnace, and the brightness of the moving case and thermo picture image can be recorded continuously by this CCD camera.

[0008] Measurement of the temperature of the sintered product is performed by correcting for reflected light based on temperature data acquired from the CCD brightness of a black-body which has been formed beforehand on the side wall of the case. The shape of the sintered object or temperature distribution is measured by synthesizing the thermo picture image acquired through slits in accordance with transportation speed so that it shows the whole image. The whole image can be displayed in color by ITV, it can be made to look like direct observation by removing the image of the external furnace wall.

[0009] Therefore, by arranging the temperature measurement device of this invention in multiple spots along the length of the tunnel furnace, accurate temperature measurement of the sintered product becomes possible. Not only that, it is also possible to produce a heat pattern inside the furnace with high reliability from the acquired temperature data.

[0010]

(Example of practice)

In the following, this invention is going to be explained in detail based on the example of practice shown in the figures.

[0011] Figure 1 is a section which shows the non-contact temperature measuring method for a tunnel furnace of this invention. In the figure, 1 is the furnace wall; 2 is a heater placed at the upper and lower positions inside the furnace; 4 is a two-part layered case where object of sintering 3 is placed and transported inside the furnace; 5 is a slit which is formed on the wall of the tunnel furnace which is equivalent to the side wall of the case 4; 6 is a CCD camera set outside the slit 5 through a light-reducing filter 7. The memory of the picture image device connected to the CCD camera 6 records the brightness-temperature information. This information is transformed into corresponding black body furnace temperature and CCD brightness data from reflected light is combined.

[0012] The following formula (1) describes the heating conditions shown in figure 1 at one spot on the case.

$$P(T) = \epsilon P(T_s) + (1-\epsilon) P(T_w) \quad \dots \quad (1)$$

In the formula, $P(T)$ is the radiation energy of a black body at T ; ϵ is the emissivity of the case; T is the temperature of the case (apparent temperature); T_s is the true temperature of the case; T_w is the temperature measurement due to outside light.

[0013] The CCD camera 6 can measure the black body temperature accurately. However, since the object of sintering not a black body, it is influenced by reflected light. This external light includes direct light from the heater as shown by the arrow in figure 1, light reflected from the walls, and light reflected from parts of the case other than the measurement point (the biggest factor), etc. However, as stated above, the temperature of the black body can be determined accurately by the CCD brightness. If an area to be measured is made into a black body, the temperature can be measured by measuring the brightness. In this invention, temperature data is corrected to remove the influence of other light.

[0014] That is, as shown in figure 2, the side wall (hatched part containing point A) of the case 4. This black body process is done by, for instance, applying a coating that forms silicon carbide beforehand. The emissivity of silicon carbide is 0.8 to 0.9. It is not a perfect black body. However, the error introduced by approximating it as a perfect black body is acceptable, this causes no problems. In the operation, the case 4 moves (left) inside the furnace at slow speed. In this process, the CCD camera detects the brightness of the wall W between the case, the black body point A of the case wall, the side wall B, C other than the black body point in order. At the black body point A, an accurate temperature can be acquired from the brightness. However, at point B, C where black body treatment was not applied, the brightness data will include various stray light.

[0015] In formula (1) above, when the brightness data of each point W, A, B are adopted each as T_W , T_A , and T_B , the emissivity (ε) of the case can be found from the following formula (2).

$$\varepsilon = P(T_B) - P(T_W) / P(T_A) - P(T_W) \quad \text{--- (2)}$$

ε above is regarded as all the stray light from point W, and it is emissivity when A and B are regarded as the same point. When this value is set as the effective emissivity of an identical case and the brightness of any selected point C as T_C , its temperature T_{CS} can be determined from the following formula (3).

$$\varepsilon = P(T_C) - (1 - \varepsilon) P(T_W) / \varepsilon \quad \text{--- (3)}$$

[0016] When the case 4 passes, the calculation is initialized. When the next case is transported, the calculation is repeated. Accordingly, as a result of repeatedly amending the calculation each time, it is possible to correct for the influence of the outside light which accompanies transportation speed or changes in the heater settings.

[0017] The temperature picture image recorded by the CCD camera 6 is a strip along the slit width. By reconstructing the picture image in accordance with the speed of the case 4, the entire image of the sintered product can be displayed on the ITV monitor. Figure 3 shows how the picture image of the case is synthesized. First, the side wall of the case 4 which is transported inside the tunnel furnace 8 is shown in the CCD camera, and a first picture image 9 which is equivalent to the slit width is acquired. The range of the picture image in this case is narrower than the full slit width in order to avoid edge effects. When the picture image from the next slit completely appears, it is taken in. Accordingly, by adding each picture image, the whole image of the sintered product can be displayed

on the ITV monitor. By repeating this process, conditions inside the furnace can be displayed outside the system. Therefore, the shape of the sintered product and its temperature distribution can be checked continuously.

[0018] Radiation from each point is transformed to voltage by the CCD camera. After this data is taken in by the picture image device, it is turned into an 8-bit digital value. Then it is transformed into temperature data by a brightness – temperature transformation formula. This calculation is done at each point of W, A, B in figure 2 in the following order.

1. When the wall is at the measurement position, the brightness of the one point is taken, and the temperature at point W is acquired. The amount of stray light at this point is determined beforehand by experimentation.
 2. The case is transported, and its temperature is calculated at point A.
 3. When it reaches point B, its temperature is calculated. At this point, the temperature of each point of W, A, B can be acquired. These temperature data are substituted in formula (2), and the emissivity (ϵ) of the case is acquired.

[0019] 4. Measurement is done as follows. Among the data acquired from 1 to 3 above, P (T_w) and ε are valid for an identical case, so they are regarded as constant. Accordingly, formula (3) is transformed to the following formula (4).

After point B, the apparent temperature of point C on the right side and each point are taken at assigned intervals and substituted in formula (4) to determine the corrected temperature. This temperature data is sent from the picture image device to a computer and it is plotted as a time – temperature curve or a camera position – temperature curve. In the latter case, discrepancies with the heating pattern are available simultaneously, and heaters and transport speed are adjusted.

5. After the whole case passes and only the wall is seen, the process returns to step 1. Since the time between 1 and 3 cannot be measured, temperature data at step 1 will be displayed.

[0020] Figure 4 shows a continuous operation performed in a tunnel furnace using this invention. The side wall of the tunnel furnace 8 has multiple slits. A CCD camera 6 is set in front of each slit. Each CCD camera is connected to a picture image processing device 10 which is connected to an ITV monitor 11 and a computer (CRT). In operation, picture image information from the image processing device 10 is synthesized and displayed on the ITV monitor 11. Brightness data is transformed to temperature. At the same time, signals from the picture image processing device 10 enter the controller for the heater control 12 and transportation control 14, and processing conditions inside the furnace are adjusted. This system can be set up to emit an alarm if processing conditions are abnormal, the operator can check for sintering failure or examine the heat pattern.

[0021]

(Effects of this invention)

As stated above, the temperature inside a tunnel furnace can be detected with accuracy by a non-contact method which measures the brightness of the moving case inside the furnace through a slit using a CCD camera. Reliability of furnace operation can be improved remarkably. A detailed temperature distribution of the sintered object can be visually replayed by a thermo picture image display. Abnormalities can be found immediately. Accordingly, this invention is extremely useful for sintering precise parts in a tunnel furnace.

(Simple explanation of figures)

Figure 1: Section which shows non-contact temperature measurement in a tunnel furnace of this invention.

Figure 2: Cross-section of the case where black body processing has been administered.

Figure 3: Model which shows synthesizing of the case picture image.

Figure 4: Continuous operation in a tunnel furnace using this invention.

(Explanation of symbols)

1: furnace wall

2: heater

3: object of sintering

4: case

5: slit

6: CCD camera

7: light-reducing filter

8: tunnel furnace

9: picture image

10: picture image processing device

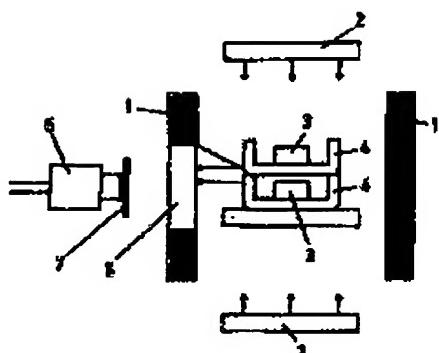
11: ITV monitor

12: computer

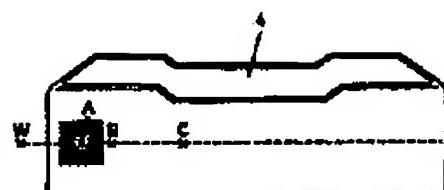
13: heater control

14: transport control

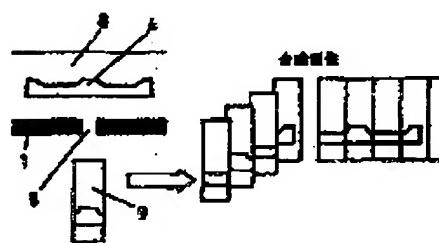
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

